

Giảm lún cho các công trình lân cận do ảnh hưởng của quá trình thi công đóng, ép cọc

Reducing subsidence of adjacent structures due to the impact of the construction process of the pile driving and pressing

Phạm Minh Đức

Tóm tắt

Xem xét các vấn đề xây dựng móng cọc gần các công trình đang được sử dụng. Hiệu quả của kỹ thuật hạ cọc được nghiên cứu. Xác định mức độ ảnh hưởng của tác động rung từ việc đóng ép cọc đại trà cạnh công trình đã xây dựng. Đề xuất biện pháp làm giảm tác động rung đến công trình.

Abstract

Issues of the construction of pile foundations near the existing buildings are considered. The extent of influence of impact due to piles driving on the buildings is determined. Methods of reduction of vibration impacts on buildings are offered.

1. Mở đầu

Thực tiễn của công tác thi công cọc cho kết cấu móng sâu trên các công trường xây dựng mới cho thấy rằng, các biện pháp thi công hạ cọc được thực thi theo các phương pháp đóng hoặc ép gây ra các ảnh hưởng tới các công trình lân cận. Có thể làm biến dạng cũng như làm hư hại các công trình đang sử dụng, thậm chí có những trường hợp cả công trình cũ lẫn công trình mới đều bị biến dạng, mà phần nhiều là do quá trình thi công cọc gây ra. Sự đa dạng về điều kiện địa chất tại các địa điểm xây dựng, đặc biệt là trong thành phố, nơi mà đất dễ bị võ số các tác động khác nhau, để có thể làm giảm tác động tiêu cực đó là rất khó khăn. Bởi việc vạch ra một cách tổng quát biện pháp kỹ thuật thi công nói chung cho quá trình đóng hay ép cọc còn cần được nghiên cứu thêm một số vấn đề và bổ xung các dữ liệu nhằm đạt được hiệu quả mong muốn. Nhiều trường hợp do thiếu sự phân tích tổng hợp, tất cả các vấn đề khó khăn đó dẫn tới việc kéo dài thời gian của quá trình xây dựng, đầu tiên là việc tiến hành khảo sát địa chất, kết thúc là bàn giao công trình và tổ chức khai thác công trình, trong đó có kể đến việc khắc phục hậu quả xấu do thi công xây dựng ở giai đoạn thi công kết cấu ngầm [1-3].

2. Một số nghiên cứu

Từ các nhận định thông qua các hiện tượng gây lún, nứt dẫn đến hư hại cho các công trình lân cận đã gặp khi thi công cọc tại các công trường, tiến hành thực hiện các công việc đo đạc, khảo sát tại hiện trường thi công cho các biện pháp thi công hạ cọc khác nhau, với các loại cọc và đất nền thực tế. Các kết quả nghiên cứu gồm các công việc khảo sát, đo đạc thực tế cộng với việc tính toán và so sánh theo lý thuyết địa kỹ thuật, sẽ có thể đánh giá sự ảnh hưởng của quá trình thi công hạ cọc tới các công trình lân cận và kiến nghị phương pháp thi công phù hợp.

Những công việc chính cần khảo sát:

- Xác định mức độ ảnh hưởng dao động đất nền do đóng cọc đối với công trình liền kề;
- Nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số kỹ thuật thiết bị đóng cọc, hình dạng và kích thước cọc đến mức độ rung động đối với công trình liền kề;
- Khảo sát tính chất chịu lực của cọc bê tông cốt thép dài 8; 10 và 12 m với tiết diện 0,3x 0,3 m, hạ vào các lớp đất yếu;
- Đánh giá hiệu quả của việc sử dụng khoan dẫn khi hạ cọc vào nền đất yếu;
- Khảo sát việc đóng và ép cọc bê tông cốt thép vào nền đất yếu với các công trình liền kề;
- Xác định khoảng cách an toàn trong quá trình thi công cọc;
- Nghiên cứu các biện pháp giảm tải trọng động tác dụng lên công trình xung quanh;
- Nghiên cứu các biện pháp đảm bảo các công trình xung quanh vẫn được sử dụng đúng chức năng.

Các nhà khoa học Nga đã thực hiện khảo sát với 20 công trình nhà 17 - 22 tầng xây chen ở thành phố Khim-ki. Theo mục 4.8 TC Nga 50-102-2003 "Thiết kế và thi công móng cọc" [4] khi đóng cọc tiến hành đánh giá ảnh hưởng tải trọng tác động lên các công trình xung quanh. Trong những trường hợp cần thiết phải đo các thông số về dao động đất nền của công trình. Theo điều kiện động học, khoảng cách an toàn r được tính từ nơi hạ cọc đến công trình liền kề không nhỏ hơn 25m [1]. Nếu khoảng cách r so với cọc đang hạ gần đó nhỏ hơn 25m, khoảng cách an toàn cho phép sẽ được xác định dựa vào điều kiện, vận tốc tính toán dao động theo phương đứng của móng (ký hiệu là V , đơn vị là cm/s) không vượt quá giá trị cho phép theo quy định, tùy thuộc đặc điểm kết cấu của nó cũng như tình trạng xếp hạng công trình [4]. Trong những trường hợp cần thiết, khoảng cách an toàn cho phép được tính toán chính xác

ThS. Phạm Minh Đức
Bộ môn Công nghệ và Tổ chức thi công
Khoa Xây dựng
ĐT: 0915083368

Ngày nhận bài: 15/5/2016
Ngày sửa bài: 24/5/2016
Ngày duyệt đăng: 05/5/2020

dựa vào các thông số đo được của dao động nền và công trình khi hạ cọc thử. Lấy thí dụ, ở tại một công trường đang thi công mà khoảng cách giữa công trình đang xây dựng là nhà cao tầng bê tông cốt thép toàn khối với công trình liền kề là nhà lắp ghép hoặc nhà gạch (từ 1-2 tầng) $r < 25m$, đất nền trong phần móng của các công trình liền kề đó là cát chặt vừa và đất sét pha với độ sệt $0,5 \leq IL \leq 0,75$ [4]. Trong trường hợp này, giá trị cho phép của vận tốc dao động V nên nhỏ hơn $1,5 \text{ cm/s}$. Khảo sát đã phát hiện ra rằng, đất nền của các công trình đã bị nén chặt qua nhiều năm tháng sử dụng, chịu nhiều tải trọng khác nhau, các địa tầng trong đó có thể ngâm nước không đều, nhưng khi xem qua bằng mắt thường thì không nhận thấy các biến dạng và các vết nứt trên kết cấu công trình. Khảo sát được tiến hành tiếp tục trên một số công trình đang xây dựng khác mà phía trên bề mặt là (các) lớp đất đắp có các nguồn gốc khác nhau, độ dày lớp đất nền khác nhau từ $0,5$ đến $12,5 \text{ m}$. Các lớp đất này nằm trong độ sâu hạ cọc khoảng $25m$ bao gồm các lớp đất á cát và cát pha độ sệt từ chảy đến cứng. Ngoài ra trong chiều dày của nền đôi chỗ gặp đất sét cứng và nửa cứng, cũng như cát hạt to và hạt trung trạng thái chặt và chặt vừa, và thường bão hòa nước (cho cả biện pháp đóng hoặc ép cọc), như sau:

- Thực hiện công tác đóng cọc với búa đóng diezen C-330, cọc thử nghiệm là cọc bê tông cốt thép có chiều dài $8m$; $10m$ và 12 m với kích thước tiết diện $0,3 \times 0,3m$.

Vận tốc dao động của móng công trình lân cận V (cm/s) được tính theo:

$$V = 2\pi\lambda\delta \quad (1)$$

trong đó: δ và λ - biên độ và tần số dao động, xác định thực nghiệm khi thí nghiệm đóng cọc.

- Trong trường hợp việc đóng cọc cho công trình đang xây gây ra các xung động bất lợi cho các công trình lân cận khu vực thi công, ta sử dụng biện pháp ép cọc với giá trị lực ép cần thiết F (kN) được xác định:

$$F \geq K_V F_d \quad (2)$$

trong đó:

K_V là hệ số điều kiện làm việc bằng $1,2$ khi vận tốc hạ cọc đạt đến $3m/phút$;

F_d là khả năng chịu lực của cọc hạ xuống độ sâu khác nhau (kN).

a. Với cọc được hạ bằng phương pháp đóng:

- Trường hợp đóng cọc thông thường (không khoan dẫn).

Máy đóng cọc được lựa chọn theo điều kiện thực tế thi công, độ cao giá búa tương thích với chiều dài của cọc (hoặc đoạn cọc) cần đóng. Chọn loại búa đóng cọc theo đặc điểm địa kỹ thuật từng lớp đất nền mà cọc xuyên qua: tỷ số của khối lượng búa đóng $Q_{búa}$ và khối lượng cọc $q_{cọc}$, trị số động năng E và hệ số thích dụng $K...$ trên công trường xây dựng thực tế. Khi quá trình thi công diễn ra, tiến hành đo đạc các thông số dao động đất nền trên bề mặt từ $10 - 12$ điểm trong mỗi khu vực thi công. Khi đo ba thành phần chuyển vị, các máy đo chấn động được đặt lên nền đất trên những giá đỡ chuyên dụng. Các thông số dao động được đo khi cọc xuống tương ứng mỗi $0,5m$ chiều sâu hạ cọc bằng cách đóng. Ngoài chuyển vị, ta cần đo cả vận tốc, gia tốc chuyển dịch đất nền. Vận tốc lan truyền của nó là đặc trưng động cơ bản của sóng lan truyền trong đất nền. Trong quá trình khảo sát đó, rút ra mối quan hệ chuyển vị của đất đối với chiều sâu hạ cọc với các điều kiện địa chất mà cọc xuyên qua khác nhau, ở đây cọc là nhân tố chuyển các xung động của búa đóng thành các sóng dao động đàn hồi trong đất nền. Thực tế khảo

sát đã chỉ ra rằng, thông số dao động của đất nền phụ thuộc chiều sâu hạ cọc. Có thể nhận thấy các quy luật thay đổi biên độ và các chu kỳ trội của chuyển vị với việc tăng độ sâu hạ cọc. Trong các khoảng cách từ mặt đất tự nhiên tới chiều sâu $10m$ hạ cọc đang khảo sát, giá trị biên độ dịch chuyển của nền đo được cho thấy: biên độ dịch chuyển của nền khi đóng cọc tại độ sâu đóng từ $3m - 6m$ (so với cốt nền tự nhiên) có giá trị lớn nhất. Tiếp tục đo theo chiều sâu hạ cọc tăng thêm, trị số của biên độ dao động có sự thay đổi về giá trị, hoặc tăng lên (có lúc gấp $2-3$ lần) hoặc giảm đi tùy thuộc cấu trúc đất tại các địa tầng trong nền mà cọc xuyên qua. Nhiều nghiên cứu lý thuyết cho rằng, khi tăng chiều dài nguồn tuyến tính của biên độ thì chuyển vị bán không gian sẽ giảm xuống [4]. Vì thế khi đóng cọc (tùy theo các thông số kỹ thuật thi công và điều kiện đất nền của công trường xây dựng) giá trị biên độ chuyển vị đo được từ lúc bắt đầu đóng cọc cho tới độ sâu $3-6 \text{ m}$ giảm dần do ma sát giữa thành bên của cọc và đất cộng với sức kháng xuyên tại mũi cọc chưa lớn vì thể tích cọc lúc này chưa chiếm nhiều thể tích lỗ rỗng của đất trong nền (tính không liên tục do sự tiếp xúc của cọc và đất). Khi tăng dần chiều sâu hạ cọc tức làm giảm giá trị độ rỗng của đất do cọc tiếp xúc, cọc sẽ làm việc như một nguồn tuyến tính. Tiến hành so sánh các kết quả nhận được khi thay đổi các thông số rung động tùy theo độ sâu đóng cọc ở các loại đất khác nhau, cụ thể: tại khu vực thi công, nếu sử dụng biện pháp đóng liên tục loại cọc có chiều dài $12m$ (hoặc lớn hơn) cho tới hết chiều sâu cọc, nhận thấy: trong lớp cát và cát pha, khi tăng thêm chiều sâu đóng cọc đã xảy ra sự tăng biên độ cực đại của chuyển vị và sự sụt giảm của chu kỳ trội cho đến khi kết thúc công tác đóng cọc (tức là mức độ chuyển dịch của đất nền càng lớn khi cọc càng xuống sâu). Còn trong lớp đất sét, mức độ chuyển dịch của đất nền lại xảy ra ngược lại và ở độ sâu đóng cọc từ $3-6m$ (so với cốt nền), giá trị của chuyển dịch nền là lớn nhất. Trên công trường đang thi công xây dựng, có thể do biện pháp thi công hoặc một lý do nào đó, việc nghỉ (dừng thi công tạm thời) trong trường hợp đất nền đất loại sét sẽ đưa đến sự gia tăng mức độ chuyển dịch của đất nền ngay sau khi tiếp tục tiến hành thi công. Vì trong đất loại sét đã xảy ra hiện tượng sự phục hồi nhanh chóng của liên kết cấu trúc bị phá hủy khi đóng cọc giữa các hạt đất, làm tăng ma sát thành bên cọc đóng (hiện tượng mút cọc). Khi tiếp tục đóng, để cọc xuống được, thì cần phải tăng thêm động năng búa đóng và như vậy đã làm tăng thêm một phần năng lượng phân tán trong đất ở dạng sóng dẫn đến hiện tượng nêu trên. Có thể tạm thời qui ước rằng mức độ và đặc trưng rung động của đất xung quanh khu vực thi công khi đóng cọc không trực tiếp phụ thuộc vào phần năng lượng này của búa đóng, truyền từ cọc tới đất và phân tán dưới dạng sóng. Chính vì thế, tại nhiều khu vực cọc đóng có vị trí nằm vào cạnh bên của công trình hiện hữu, sự quan tâm chủ yếu được dành cho kết quả tính toán năng lượng do dao động của đất gây ra do công tác thi công và việc cần thiết phải xác định năng lượng dao động truyền từ đất của vị trí khu vực đang thi công đối với công trình lân cận hiện hữu. Theo mức độ và đặc trưng lan truyền sóng chấn động của nền đất, sẽ có thể đánh giá được về sự nguy hiểm do ảnh hưởng của dao động đối với công trình kế bên.

Trong hiện trường khu vực thi công, một phần bãi cọc đã được đóng (tạm gọi là phạm vi cọc đang xét), tiếp tục đóng thêm cọc và khảo sát nó như một nguồn dao động thêm vào. Thí nghiệm cho ta biết các kết quả sau [2]:

- Khi nguồn dao động đặt ngoài phạm vi cọc, dao động của đất khu vực đó sẽ yếu hơn trong phạm vi cọc do không bị cản trở bởi cọc, tương ứng với đất nền có độ chặt khác nhau.

Giá trị biên độ chuyển vị của đất khi dao động trong phạm vi cọc vào khoảng 0,7 - 0,9 lần so với giá trị biên độ chuyển vị không bị cản trở bởi cọc của đất.

- Khi nguồn dao động đặt tại biên của bãi cọc, trong đất loại xốp, biên độ chuyển vị khi dao động tăng lên trung bình 15%, còn trong đất chặt thì giảm xuống trung bình 10% so với dao động trong đất trước khi đóng cọc. Mức độ dao động tại bãi cọc trong đất với hệ số độ rỗng bằng 0,6 – 0,95 khi đóng cọc tại biên của bãi cọc tăng lên so với dao động của đất ngoài bãi cọc.

Các thí nghiệm cho thấy rằng, trước khi đóng cọc, đất và cả vật liệu tổng hợp do việc hình thành từ đất và cọc đóng, có các đặc tính hấp thụ đặc trưng và biến dạng khác nhau lớn. Mặt khác, trong môi trường đất nền có nhiều lỗ rỗng khi bị nén chặt dao động phân tán trên diện tích lớn hơn trong môi trường đất nền chặt (ít lỗ rỗng hơn). Từ đó thấy rằng, nếu cọc đóng vào đất đã được làm chặt trước khi đóng cọc, dao động sẽ tắt dần và phân tán theo phạm vi cọc và giảm xuống theo độ sâu đất nền khi cọc được đóng vào đất.

Tỉ số khác nhau giữa hai quá trình này bao trùm tất cả các kết quả nhận được trong quá trình thí nghiệm. Trong các trường hợp này, khi sóng đàn hồi của khu vực thi công cọc gây ra dao động truyền vào nền và làm cho nền đất cứng dao động theo, mức độ dao động của đất tại bãi cọc đóng luôn thấp hơn gần khu đất trước khi đóng cọc vào đất. Đồng thời tại biên phân cách “đất – phạm vi cọc” có sự xuất hiện của sóng phản xạ và khúc xạ (sau khi tính toán, khảo sát), phần năng lượng trong sóng phản xạ đó sẽ quay trở lại đất. Nếu như nguồn dao động được xét khi thi công đóng cọc biên của khu vực bãi cọc, sóng hình thành trong vật liệu hỗn hợp giữa cọc và đất nền của bãi cọc đang xét sẽ phân tán trong toàn bộ nền khảo sát, và trên bãi cọc, có thể quan sát thấy mức độ dao động cao hơn làm nén chặt đất ở lượt đầu tiên, cũng như quan trắc được sự giảm dao động gây ra bởi sự phân tán năng lượng trong khu vực cọc đóng.

- Trường hợp cọc được đóng vào các lỗ khoan dẫn

Quá trình khảo sát cho thấy, khi đóng cọc vào các lỗ khoan dẫn (ở độ sâu 3-6m), sẽ không có sự xuất hiện của giá trị ma sát thành bên giữa cọc và đất. Lúc này cọc, với mức độ xuyên thấu, chính là nguồn phát sinh ra sóng rung động lan truyền trong đất nền. Trong quá trình đóng cọc, với mỗi loại cọc có tiết diện ngang khác nhau, sức chịu tải của đất nền đối với cọc đóng sẽ tăng khi cọc được đóng sâu hơn và nhiều thêm trên mặt bằng thi công. Xét theo giá trị sức kháng mũi cọc và cả ma sát thành bên cọc, tỷ lệ thuận với việc tăng kích thước tiết diện ngang của nó. Khi đó, sức chịu tải của cọc tại mặt bên tăng lên nhờ tăng diện tiếp xúc với đất nền, nhờ việc thể tích cọc lấn át đất nền tạo nên áp lực pháp tuyến lớn lên bề mặt của cọc mà dẫn đến việc gia tăng thêm sức kháng của đất đối với cọc đóng (ở mặt bên) và theo tiến trình thi công.

Sử dụng biện pháp thi công đóng cọc trong lỗ khoan dẫn, tác động động tiêu cực do đóng cọc có thể giảm do không có (hoặc có không lớn) giá trị ma sát thành bên. Cùng với việc sử dụng búa có trọng lượng quả búa lớn, tương ứng với chiều cao rơi búa nhỏ. Thực tế cho thấy, khi đóng cọc vào lỗ khoan dẫn có chiều sâu 6m, đường kính 169mm đã thành công trong việc giảm biên độ chuyển vị của đất khoảng 2 -2,2 lần so với khi không sử dụng khoan dẫn. Việc giảm chiều cao rơi búa trong khoảng 1,5 – 2m tới đầu cọc cho phép làm giảm biên độ chuyển vị của đất đến 1,3 lần.

b. Cọc được hạ bằng phương pháp ép trong lỗ khoan dẫn

Loại thí nghiệm thứ 2 được tiến hành với cọc ép trong hố khoan dẫn. Các thí nghiệm được thực hiện khi xây dựng tòa nhà loại 17 tầng, 84 căn hộ, bê tông toàn khối, khoảng cách được xét là 25m từ công trình đang xây dựng tới tòa nhà 9 tầng, 4 tầng hầm được xây từ năm 1990 việc hạ cọc ở đây được thực hiện bởi máy ép cọc. Khác với cọc đóng, phương pháp ép không gây ra tải trọng động lên khối đất, mức độ rung động cũng yếu hơn. Các nghiên cứu và thực tế thi công cho thấy với cọc ép được thực hiện trong hố khoan dẫn, nếu tuân thủ các kỹ thuật thi công cần thiết, có thể loại bỏ được nhiều nhất khả năng lún thêm của móng tòa nhà hiện hữu bên cạnh khi ép cọc. Do vậy khuyến cáo sử dụng kỹ thuật này khi xây dựng móng cọc công trình trên nền đất yếu ở tất cả các dạng và các trạng thái đất nền khác nhau khi phải đảm bảo giữ nguyên trạng thái và sự ổn định của các công trình kiến trúc cũ đang sử dụng.

3. Kết luận:

Thông qua việc nghiên cứu, có thể đưa ra một số kết luận:

- Khi sử dụng phương pháp đóng cọc, nên đóng cọc trong lỗ khoan dẫn có chiều sâu từ 3m-6m từ cốt nền cứng hoặc làm cứng (không cần hoặc phải gia cố nền làm chặt trước thi công) tùy theo tính chất địa chất của các lớp đất trên các công trường khác nhau. Ngoài ra, cần đưa ra các biện pháp cụ thể với việc sử dụng các loại búa đóng tương ứng, trị số chiều cao rơi búa... khi đóng cọc xuyên qua các lớp đất nền có sự khác nhau về tính cơ – lý theo suốt chiều sâu hạ cọc.

- Nếu ép cọc, cần xem xét và đưa ra các trị số lực ép cọc thay đổi khi xuyên qua các địa tầng của nền và điều chỉnh tốc độ xuyên phù hợp. Và để loại bỏ hoàn toàn sự ảnh hưởng xấu đến công trình lân cận thì biện pháp ép trong lỗ khoan dẫn ở độ sâu 6m phía trên mặt đất đem lại hiệu quả kỹ thuật tốt nhất.

- Cần chú ý tới trình tự, thời điểm thi công cọc cho các biện pháp đóng, ép cọc khi thực hiện thi công cọc đại trà tại công trình đang xây dựng đối với các hàng cọc biên giáp với các công trình cũ lân cận. Tùy thuộc tình hình các lớp đất nền ở khu vực thi công là loại đất cứng hay mềm./.

Tài liệu tham khảo

1. Ганичев И.А. Устройство искусственных сооружений и фундаментов. М. Стройиздат, 1981г.
2. Результаты исследования особенностей забивки свай вблизи зданий в сложных грунтовых условиях. В.Г.Щерба, В.Г. Козьмодемьянский и др. Промышленное и гражданское строительство. 2009г. №1.

3. Анализ опыта неудачного устройства свайного фундамента. И.В.Аверин, К.М. Абедев и др. Промышленное и гражданское строительство. 2009г. №2.
4. СП 50-102-2003. Проектирование и устройство свайных фундаментов.